

¿CÓMO AJUSTAMOS LA DOSIS DE NITRÓGENO EN TRIGO Y CEBADA?

Nahuel Reussi Calvo, Angel Berardo, Natalia Diovisalvi e Ignacio Queirolo

Trabajo publicado en revista de cereales de invierno de AAPRESID

DIAGNÓSTICO EN PRESIEMBRA: ¿MODELOS CON O SIN MINERALIZACIÓN?

El nitrógeno (N) es el nutriente que con mayor frecuencia limita la producción de los cultivos de la Región Pampeana, debido a las grandes cantidades requeridas por los mismos y a la frecuencia con que se observan sus deficiencias en los suelos. La metodología más difundida para el diagnóstico de la fertilización nitrogenada en trigo y cebada se basa principalmente en la determinación del contenido de nitrato en suelo (0-60 cm) antes de la siembra o al inicio del cultivo. Esta metodología considera para los cereales de invierno un requerimiento promedio de 30 kilos de N por tonelada de grano; por lo tanto, en función del rendimiento que se quiera obtener (rendimiento objetivo) y la disponibilidad inicial de nitrógeno del suelo, se agrega la cantidad de nitrógeno necesaria para satisfacer los requerimientos del cultivo (Cuadro 1). *No obstante, este tipo de modelos simplificados no contemplan de forma directa el aporte de N por mineralización, el cual representa una fuente importante de N para los cultivos, particularmente en suelos con altos contenidos de materia orgánica y/o con un uso agrícola menos intensivo.* En los modelos tradicionales esta cantidad de N varía en forma constante según el rendimiento y no considera el manejo previo del suelo lo cual afecta la precisión del mismo.

Cuadro 1. Ejemplo Modelo Tradicional

- 1) Rendimiento objetivo = 5 tn ha⁻¹
- 2) Requerimiento de nitrógeno para las 5 tn ha⁻¹ = 150 kg N ha⁻¹ (5 tn*30 kg N tn⁻¹)
- 3) Disponibilidad de nitrógeno en presiembra (0-60cm) = 70 kg ha⁻¹
- 4) **Dosis de nitrógeno a aplicar aprox. de 80 kg N ha⁻¹**

* Además se debe considerar el efecto del cultivo antecesor, lluvias previas, etc.

En la actualidad, se ha producido en toda la Región Pampeana un proceso de intensificación de la actividad agrícola que ha ocasionado una disminución en el contenido de materia orgánica de los suelos. Además, la implementación de sistemas de labranza conservacionistas como la siembra directa, sumado al corto período de barbecho por la alta frecuencia del antecesor soja en los cereales de invierno, generan que la concentración de nitrato en el suelo a la siembra de los cultivos sea generalmente baja y relativamente poco variable. Esto afecta la precisión de los *modelos tradicionales de diagnóstico*, dado que no se dan las condiciones ni el tiempo necesario para que se exprese la capacidad de mineralización de N del suelo. En tales situaciones, la dosis de N es definida básicamente según el rendimiento objetivo y no contemplan la distinta capacidad de mineralización de N de los suelos.

En los últimos años, trabajos realizados en forma conjunta entre el área técnica de FERTILAB y el grupo de Fertilidad de Suelos de la Unidad Integrada Balcarce (FCA-INTA), indican que la



determinación del contenido de *N anaeróbico* (incubación en anaerobiosis de la muestra superficial durante una semana a 40°C) es un buen estimador del nitrógeno que se mineraliza durante el ciclo del cultivo. El empleo de este indicador *mejora sensiblemente el diagnóstico y, por lo tanto, también la estimación de la dosis de nitrógeno a aplicar*, lo cual se explicaría en parte por el diferente potencial de mineralización que existe entre lotes o ambientes dentro de un mismo lote debido al manejo previo y/o por los efectos de suelo, aspectos que no se contemplan al considerar solamente el nivel de nitrato presente en el suelo en presiembra.

Los resultados de estas investigaciones indican que el *requerimiento real de nitrógeno en el suelo por cada tonelada de grano es de 50 y no de 30 kg de N (Figura 1)*. Esto indicaría que para lograr un rendimiento de 6000 kg ha⁻¹, al considerar el aporte de N por mineralización, se requieren 300 y no 180 kg N ha⁻¹ (Figura 1). Por lo tanto, el modelo que considera al *N anaeróbico* además de ser más preciso, realiza un ajuste más real de la fertilización por lo que se evitarían pérdidas en los rendimientos y en el contenido de proteína en grano. Esto suele ocurrir con el empleo de los *modelos tradicionales de diagnóstico* de nitrógeno, principalmente en ambientes o situaciones de elevados rendimientos y/o en suelos con prolongada historia agrícola, donde el aporte de N por mineralización durante el ciclo del cultivo no satisface los requerimientos de los cultivos dando lugar a pérdidas de rendimiento y sobre todo, a contenidos de proteína extremadamente bajos (8 a 9%). Además, la incorporación del Nan al modelo de diagnóstico también mejora la estimación del contenido o extracción de N en grano, siendo la recuperación promedio de N del sistema del 32% (Figura 2). *Si bien para cebada estos modelos están en vías de desarrollo no se deberían esperar grandes diferencias respecto de trigo debido a la similitud entre requerimiento y ciclos de ambos cultivos.*



kairós

El tiempo de los nativos sustentables

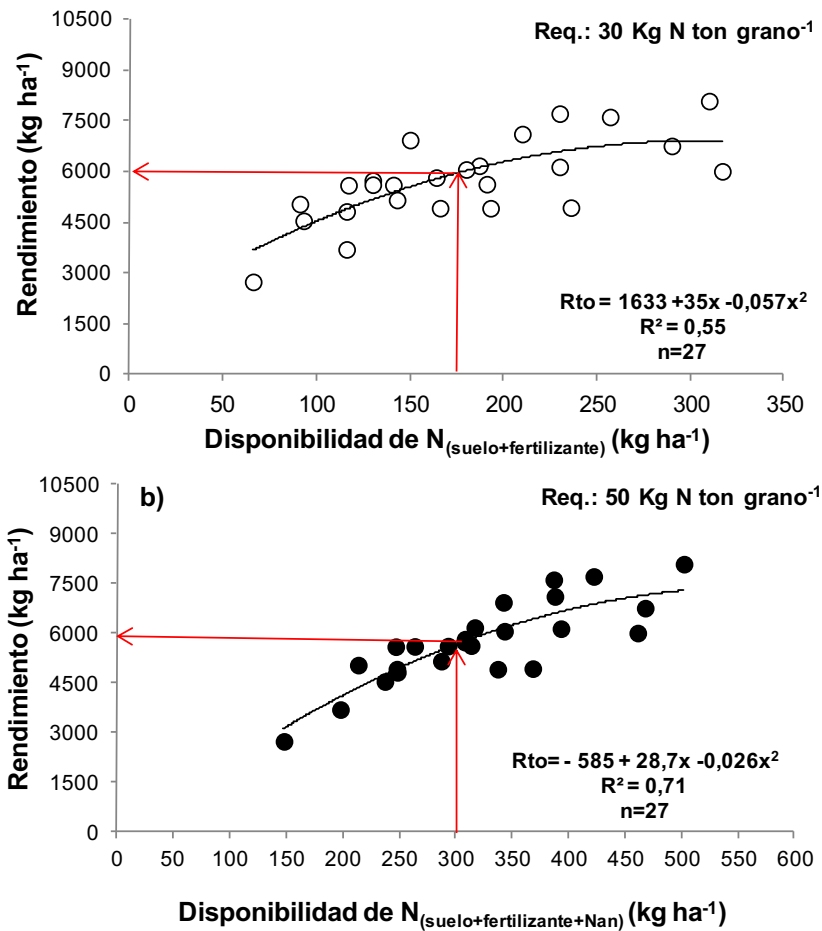


Figura 1. Rendimiento del cultivo de trigo en función de la disponibilidad de N: **a)** sin Nan (N_{suelo+fertilizante}) y **b)** con Nan (N_{suelo+fertilizante+Nan}). Los valores representan el promedio de tres repeticiones. Red de ensayos de fertilización en trigo de FERTILAB.



kairós

El tiempo de los nativos sustentables

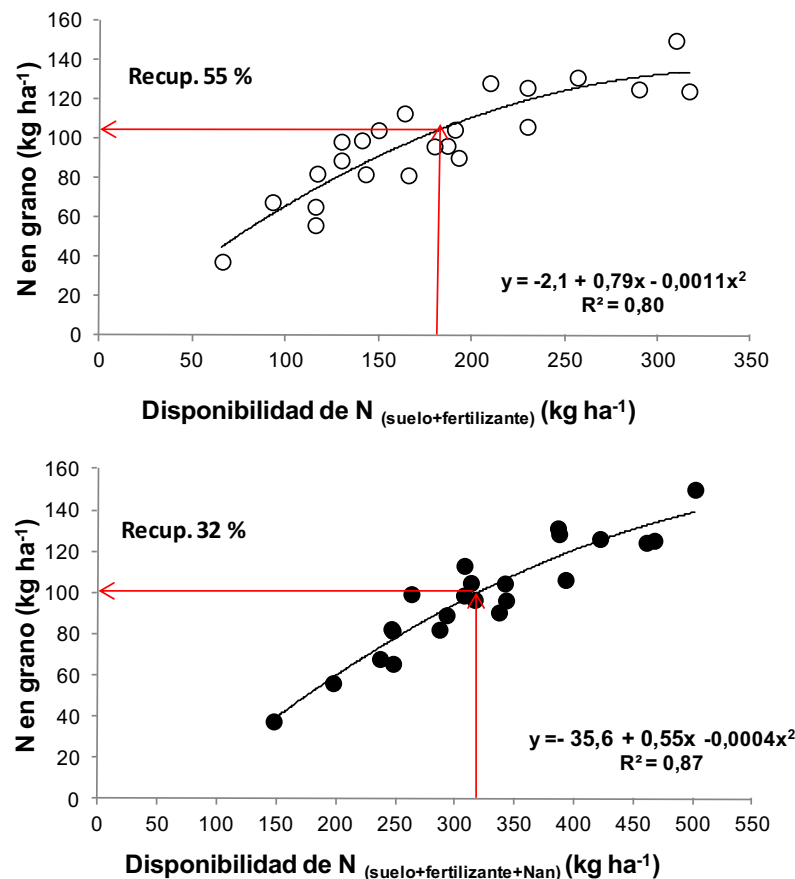


Figura 2. Nitrógeno exportado en grano de trigo en función de la disponibilidad de N: **a)** sin Nan ($N_{\text{suelo+fertilizante}}$) y **b)** con Nan ($N_{\text{suelo+fertilizante+Nan}}$). Los valores representan el promedio de tres repeticiones. Red de ensayos de fertilización en trigo de FERTILAB.

¿CÓMO MONITOREAMOS EL NITRÓGENO DURANTE EL CICLO?

Algunas regiones productoras de trigo y cebada, como el sudeste bonaerense, se caracterizan por tener una muy baja probabilidad de déficit hídrico (menor al 5%) desde la siembra hasta la espigazón del cultivo y una alta potencialidad de rendimiento. Por lo tanto, en dichas zonas es factible considerar el fraccionamiento de la dosis de N, con el objetivo de maximizar el rendimiento y la eficiencia de uso de N (EUN). Además, es válido recordar que la mayor acumulación de N se produce a partir de fines de macollaje y durante la encañazón, momento en el cual se obtendría la mayor EUN. Diferentes trabajos para trigo y cebada han obtenido mayores rendimientos y niveles de proteína en grano para aplicaciones al macollaje o encañazón respecto a la siembra (Figura 3). Por lo tanto, surge la necesidad de contar con herramientas que permitan monitorear el estatus nitrogenado del cultivo y, por ende, ajustar la dosis de N definida a la siembra según el contenido de nitrato y Nan. Además, es válido mencionar que aplicaciones de N en espigazón del cultivo de cebada, con el objetivo de incrementar los niveles de proteína en grano debido a la demanda de las malterías, han logrado en promedio aumentos de solo 0,75% (Prystupa y col., 2008).

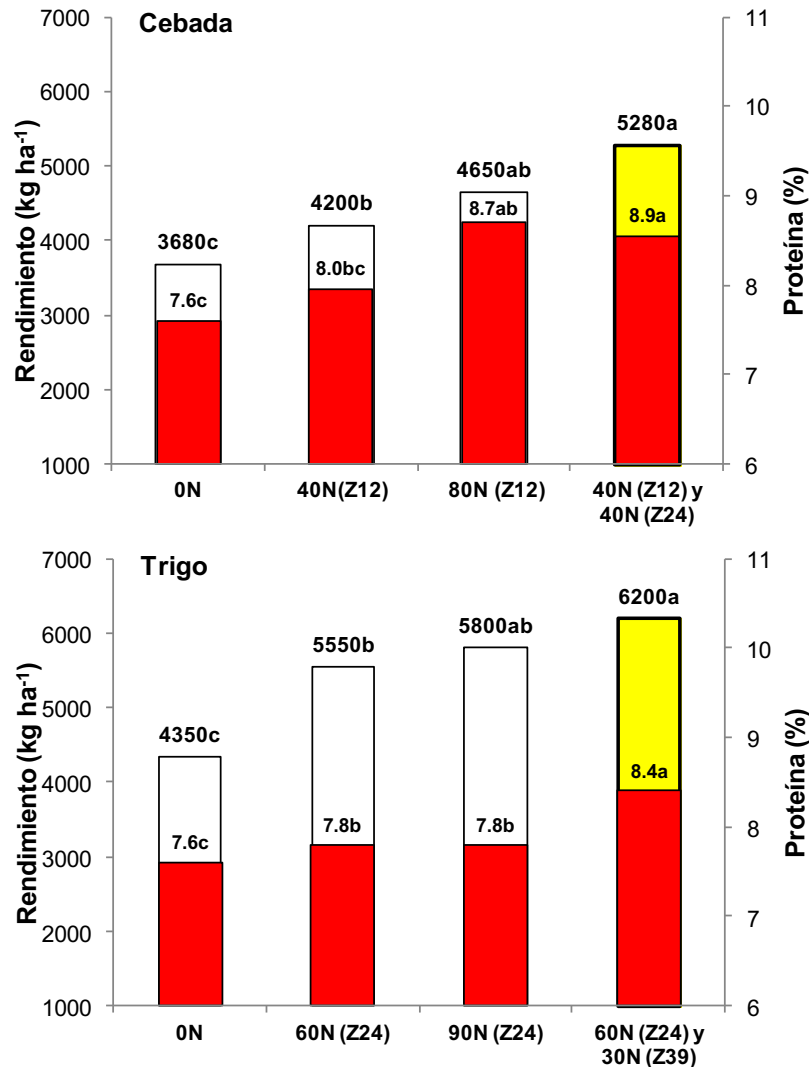


Figura 3. Rendimiento y proteína en grano del cultivo de cebada y trigo en función de la dosis y el fraccionamiento de nitrógeno. Z12 = dos hojas, Z24 = cuatro macollos y Z39 = hoja bandera. Fuente: Velasco y col. (2012) y FERTILAB. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5% de probabilidad.

En la actualidad, existe una amplia gama de sensores remotos los cuales permitirían caracterizar, de forma rápida y no destructiva, el estatus nitrogenado durante el ciclo del cultivo. Dentro de estos el medidor de clorofila SPAD 502 y el sensor remoto Green Seeker son los más difundidos. Trabajos realizados en forma conjunta entre el área técnica de FERTILAB y el grupo de Fertilidad de Suelos de la Unidad Integrada Balcarce (FCA-INTA) muestran que ambas herramientas podrían ser empleadas para el monitoreo del estatus nitrogenado del trigo desde mediados de macollaje hasta hoja bandera del trigo. Además, se desarrolló un modelo que permitió estimar con un 58% de confianza la respuesta a N en el estadio de un nudo (Figura 4). *A modo de ejemplo, si el ISN o NDVI_r del lote en Z31 es de 0,90, según la ecuación de la Figura 4 la respuesta probable a N es de 890 kg ha⁻¹. Ahora, si consideramos un requerimiento promedio de N en el sistema de 50 kg tn⁻¹*

¹ *de trigo la dosis a aplicar sería de 100-120 kg Urea ha⁻¹*. Para el cultivo de cebada si bien la información disponible es escasa respecto al empleo de estas herramientas para el monitoreo temprano del estatus nitrogenado del cultivo, los resultados obtenidos hasta el momento resultan promisorios (Figura 5). No obstante, surge la necesidad de seguir investigando dicha temática en el cultivo. Es válido mencionar que estas herramientas de monitoreo son de mayor utilidad en situaciones donde por excesos hídricos se producen pérdidas de N por lavado y/o condiciones climáticas muy favorables que permitan mejorar la expectativa de rendimiento definida a la siembra.

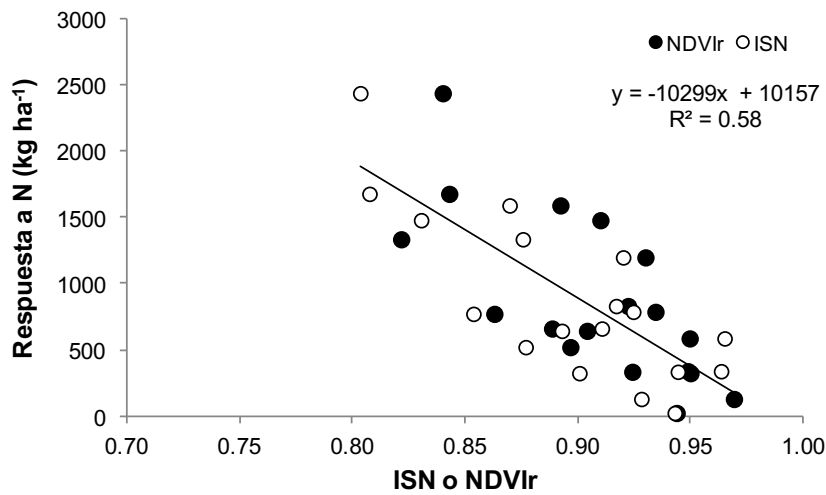


Figura 4. Relación entre la respuesta en rendimiento a la re-fertilización con N y el ISN (= valor de SPAD del lote/ valor de SPAD de la franja sin limitaciones de nitrógeno) o NDVIr (= valor del Green Seeker del lote/ valor del Green Seeker de la franja sin limitaciones de nitrógeno) determinados en el estadio de un nudo del trigo (Z31).

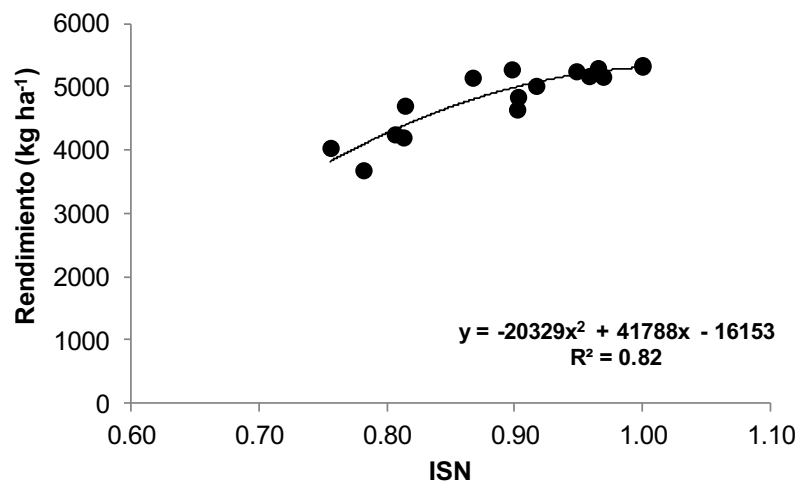


Figura 5. Relación entre el rendimiento de cebada y el ISN (= valor de SPAD del lote/ valor de SPAD de la franja sin limitaciones de nitrógeno) determinado en el estadio de un nudo (Z31).

SÍNTESIS FINAL



- ✓ La definición de la dosis de N en presiembra se debería realizar en función de la determinación de **Nitrato inicial + Nan**. No obstante, se necesita ajustar y validar los modelos para cebada.
- ✓ El monitoreo temprano del estatus nitrogenado del cultivo mediante el uso del SPAD ó Green Seeker aparecen como herramientas promisorias para ser utilizadas para definir refertilizaciones en Z31.
- ✓ El fraccionamiento del N representa una alternativa para mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno y evitar vuelcos de la cebada en ambientes de alto potencial.

BIBLIOGRAFÍA:

- Prystupa, P., R. Bergh, G. Ferraris, T. Loewy, L. Ventimiglia, F.H. Gutierrez Boem y L. Couretot. 2008. Fertilización nitrogenada y azufrada en cebada cervecera cv. Scarlett. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 38: 5-11.
- Velasco, J.L., H. Sainz Rozas, H Echeverría, y P. Barbieri. 2012. Optimizing fertilizer nitrogen use efficiency by intensively managed spring wheat in humid regions: Effect of split application. *Can. J. Plant Sci.* 92: 1-10.